

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕННЫХ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ И ОБЕДНЕННОГО УРАНА

EFFICIENCY ANALYSIS OF HOMOGENEOUS RADIATION SHIELDING MATERIALS BASED ON POLYMERS AND DEPLETED URANIUM

Калабурдин А. В., Михайлова А. Ф., Литовченко В. Ю., Ташлыков О. Л.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
rus.greentea@gmail.com

Kalaburdin A. V., Mikhaylova A. F., Litovchenko V. U., Tashlykov O. L.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе проанализирована эффективность экранирования гамма-излучения гомогенными радиационно-защитными материалами (РЗМ) на основе различных полимеров, где в качестве наполнителя используются частицы обедненного урана (DU). Было рассмотрено несколько вариантов исполнения предполагаемых материалов и приведены результаты, полученные с использованием высокопрецизионного расчетного кода на основе метода Монте-Карло, позволяющие оценить сравнительную эффективность использования конкретных соединений DU и полимеров в составе РЗМ.

Abstract: The report contains an efficiency analysis of radiation shielding materials based on different polymers with depleted uranium (DU) particles filler. Several designs of the proposed materials were investigated with calculations made using the high-precision code based on Monte-Carlo method, allowing to estimate the comparative efficiency of certain DU compounds and polymers in radiation shielding materials.

Ключевые слова: метод Монте-Карло; радиационная защита; экранирование радиации; обедненный уран; гамма излучение; полимеры.

Key words: Monte-Carlo method; radiation protection; radiation shielding; depleted uranium; gamma radiation; polymers.

Применение обедненного урана в качестве наполнителя для РЗМ представляет особый интерес ввиду его высокого атомного номера, что позволяет использовать такие РЗМ для защиты от смешанного нейтронного и гамма-излучения [1]. На сегодняшний день разработаны технологии создания РЗМ с урановым наполнителем, где в качестве матрицы используются: бетон (DUCRETE), полиэтилен (DUPoly), а также некоторые виды смол (PYRUC). В данных материалах DU представлен в виде керамических или металлических гранул, а также в виде порошка [2].

На предприятии ООО «Завод герметизирующих материалов» имеется опыт создания РЗМ на основе полиэтилена и каучука с металлическим наполнителем. На этой основе теоретически можно реализовать и концепцию полимерного РЗМ с урановым наполнителем [3].

В данной работе в качестве матрицы для расчета эффективности РЗМ использованы 3 материала:

1) уже выпускающийся на этом предприятии материал Абрис РЗ, представляющий собой гомогенную композицию на основе полимерного связующего, наполнителя, пластификатора и технологических добавок, для более наглядного сравнения с аналогичными РЗМ типа Абрис РЗ с баритом и свинцом [4].

2) чистый каучук

3) чистый полиэтилен

Чистый каучук и чистый полиэтилен сравниваются для выявления более эффективной потенциальной основы полимерного РЗМ с урановым наполнителем.

В качестве наполнителей использованы соединения DU, хорошо зарекомендовавшие себя в уже разработанных технологиях (DUPoly, PYRUC), а именно: UO_2 ; UC [2].

Предполагается, что эти соединения будут присутствовать в составе гомогенного РЗМ в форме металлических/керамических гранул или порошка.

Для определения коэффициентов ослабления мощности дозы γ -излучения от различных источников образцами защитного материала использовались высокопрецизионный расчетный код, реализующий метод Монте Карло расчета переноса совокупности нейтронов, фотонов, электронов с непрерывной энергией в обобщенной геометрии и с зависимостью от времени.

В ходе расчетов различных РЗМ с данными компонентами был определен следующий набор зависимостей (рис. 1).

При анализе результатов расчетов эффективности ослабления γ -излучения было выяснено, что:

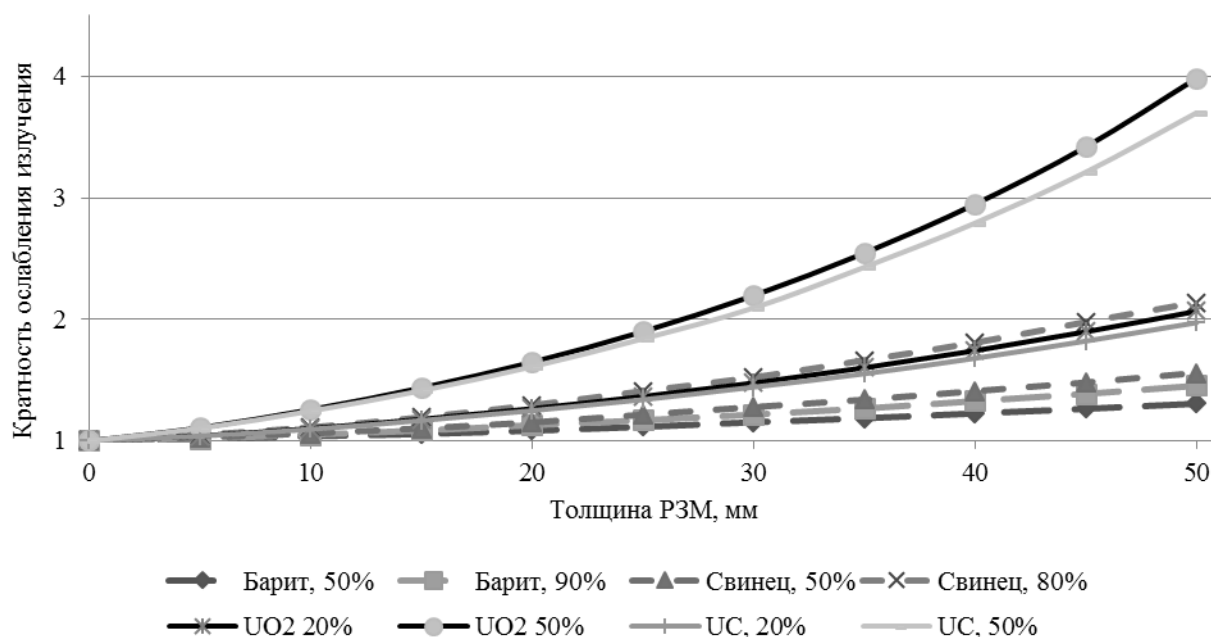
1) полимерные РЗМ с урановым наполнителем намного эффективнее других полимерных РЗМ с металлическим наполнителем (рис. 1).

2) РЗМ на основе чистого полиэтилена и DU эффективнее, чем РЗМ на основе чистого каучука и DU.

3) UO_2 в матрице Абрис РЗ эффективнее, чем UC в матрице Абрис РЗ.

4) UC в матрице из чистого полиэтилена/каучука эффективнее, чем UO_2 в матрице из чистого полиэтилена/каучука.

Из полученных данных следует, что полиэтиленовая матрица является более эффективной основой для полимерных РЗМ, однако наиболее эффективный вариант уранового наполнителя зависит от параметров полимерной матрицы.



Зависимость кратности ослабления нейтронного излучения РЗМ типа Абрис РЗ с различными наполнителями и концентрациями от их толщины

По предварительным оценкам цены на обедненный уран для РЗМ могут составлять от 60 рублей за кг, в то время как цены на свинец для тех же целей могут составлять порядка 170-350 рублей за кг. Также важным экономическим нюансом является тот факт, что на хранение DU в настоящий момент затрачиваются сотни миллионов долларов [5]. Таким образом, предварительно можно сделать вывод о потенциально высокой экономической эффективности использования DU в полимерных РЗМ, однако этот вопрос требует дальнейших исследований.

Список использованных источников:

1. Козлов А. В. Спектрометрические исследования радиационно-защитных материалов, облучаемых нейтронами / А. В. Козлов, О. Л. Ташлыков // Труды первой научно-технической конференции молодых ученых Уральского энергетического института, Екатеринбург, Россия, 16-20 мая 2016 г. Екатеринбург : УрФУ, 2016. С. 258-261.
2. L. R. Dole and W. J. Quapp, Radiation Shielding Using Depleted Uranium Oxide in Nonmetallic Matrices, ORNL/TM-2002/111, Oak Ridge National Laboratory, UT-Battelle, LLC, Oak Ridge, TN (August 2002).
3. Г. А. Савченкова, В.П. Савченков, Т.А. Артамонова, О.В. Шашунькина. Технология радиационной защиты материалами серии «абрис» // Сфера Нефтегаз. Радиационная защита. 2012. № 2. С. 96.
4. Ташлыков О.Л., Щеклеин С.Е., Лукьяненко В.Ю., Михайлова А.Ф., Русских И.М., Селезнев Е.Н., Козлов А.В. Оптимизация состава радиационной защиты // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2015. № 4. С. 36-42.

5. Международная торговля отходами ядерной индустрии на примере отвалного гексафторида урана [Электронный ресурс]. URL: <http://newsbabr.com/?IDE=37588> (дата обращения 29.11.2016).

УДК 544.6.018.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЩЕЛОЧНЫХ СТЕКОЛ С ДОБАВКОЙ ОКСИДА ОЛОВА (IV)

INVESTIGATION OF PROPERTIES OF ALKALI GLASS WITH THE ADDITION OF TIN OXIDE (IV)

Ковязина И. С.¹, Власова С. Г.¹, Нечаев Г. В.², Нефедьева А. Д.¹

¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург

²Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Екатеринбург,
Inna12.03@yandex.ru

Kovyazina I. S.¹, Vlasova S. G.¹, Nechayev G. V.², Nefed'eva A. D.¹

¹Ural Federal University, Ekaterinburg

²Institute of High-Temperature Electrochemistry, Ural Branch of Russian Academy
of Sciences, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассматривается возможность использования щелочных стекол в качестве сепаратора в химическом источнике тока. Получены образцы шести приведенных составов и ДСК кривые этих составов. На основании полученных данных стекла выбранной системы могут использоваться в качестве электролита.

Abstract: This work considers the possibility of using alkaline glasses as a separator in the chemical current sources. Samples of the six formulated compositions are synthesized and DSC curves of these compositions are obtained. According to obtained data the glass system can be used as electrolyte in chemical source of energy.

Ключевые слова: щелочные стекла; оксид олова; электропроводность; кристаллизация; характеристические температуры.

Key words: alkaline glass; tin oxide; electrical conductivity; crystallization; characteristic temperatures.

В последнее время резко возрос интерес исследователей и разработчиков устройств электрохимической энергетики к натриевым источникам тока [1]. В отличие от лития, природные запасы натрия фактически неисчерпаемы [2], кроме того, технологический цикл выделения натрия из природного сырья значительно проще, чем лития. При этом электрохимический потенциал натрия